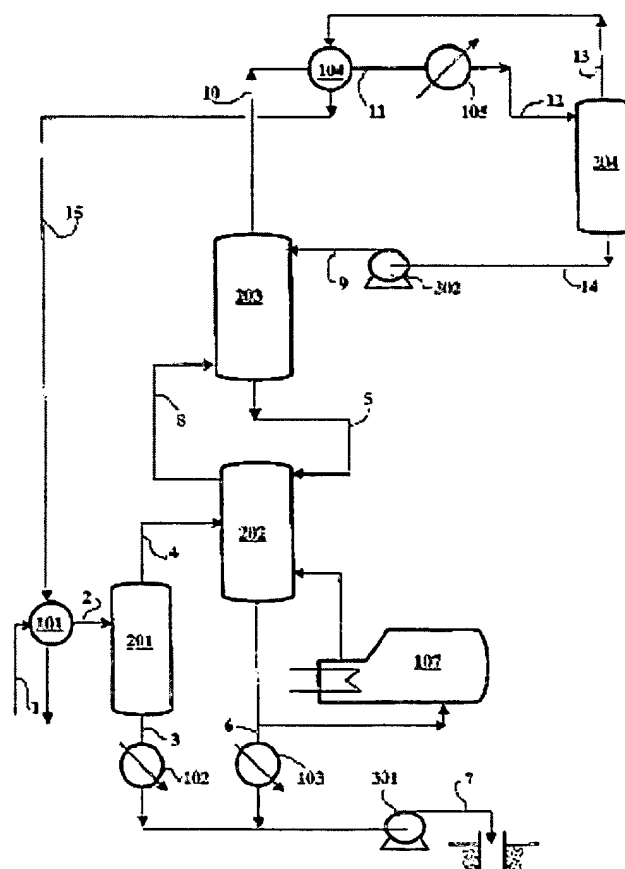


**Pre-treating natural gas containing acid compounds, involves cooling natural gas to condense water, contacting partially dehydrated natural gas with liquid stream and cooling dehydrated natural gas**

**Patent number:** FR2824492  
**Publication date:** 2002-11-15  
**Inventor:** LECOMTE FABRICE  
**Applicant:** INST FRANCAIS DU PETROL (FR)  
**Classification:**  
- **International:** B01D53/75; B01D3/14; B01D53/40; B01D53/26; B01D53/52; B01D53/62  
- **European:** B01D53/14H2; C10L3/10  
**Application number:** FR20010006224 20010511  
**Priority number(s):** FR20010006224 20010511

**Abstract of FR2824492**

Natural gas containing acid compounds is pre-treated by performing processes (I-IV). In process (I), the natural gas is cooled. In process (II), the gas phase obtained in process (I) is contacted with liquid phase obtained in process (III), and in process (III), the gas phase obtained in process (II) is contacted with liquid phase obtained in process (IV). The gas phase obtained in process (III) is cooled. Pre-treatment of natural gas containing hydrocarbons, water and acid compounds chosen from hydrogen sulfide and carbon dioxide, involves cooling natural gas to condense portion of water, contacting partially dehydrated natural gas with a liquid stream containing hydrogen in contact zones and cooling dehydrated natural gas to condense and separate acid compounds, in sequential processes (I-IV). The process (I) involves cooling the natural gas to produce a liquid phase and a gas phase. The process (II) involves contacting the gas phase obtained in process (I), in a contact zone (I) (202), with a liquid phase obtained in process (III) to produce a gas phase and a liquid phase. The process (III) involves contacting, in a contact zone (II) (203), the gas phase obtained in process (II) with a liquid phase obtained in process (IV) to produce a gas phase and a liquid phase. The gas phase obtained in process (III) is cooled to produce a liquid phase and a gas phase.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 11.05.01.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.11.02 Bulletin 02/46.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE  
— FR.

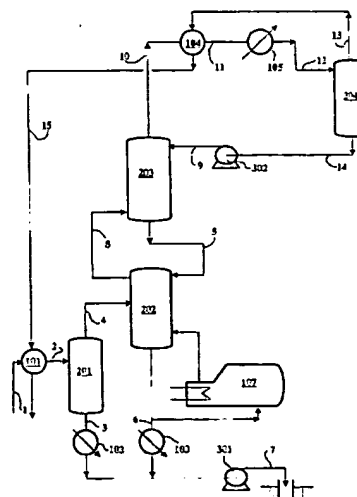
⑦② Inventeur(s) : LECOMTE FABRICE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ PROCÉDE DE PRETRAITEMENT D'UN GAZ NATUREL CONTENANT DES COMPOSÉS ACIDES.

⑤⑦ Procédé de prétraitement d'un gaz naturel sous pression contenant des hydrocarbures, des composés acides tels l'hydrogène sulfuré et le dioxyde de carbone et de l'eau. On refroidit le gaz naturel pour condenser une partie de l'eau. Puis le gaz naturel partiellement déshydraté est mis en contact avec un flux liquide composé d'une majorité l'hydrogène dans deux zones de contact successives pour obtenir un gaz naturel ne contenant sensiblement plus d'eau. Enfin, ce gaz naturel déshydraté est refroidi pour condenser et séparer les composés acides, ce refroidissement étant effectué au moyen d'un échangeur de chaleur, d'une turbine d'expansion ou d'un col de Venturi.



L'invention concerne un procédé de prétraitement d'un gaz naturel très acide contenant une quantité substantielle de composés acides tels l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) et le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ).

5 Les travaux effectués par le demandeur avaient permis de proposer dans le brevet EP 0 665 046 un procédé permettant d'éliminer une quantité substantielle des composés acides présents dans le gaz naturel en sortie du puits, procédé dont la simplicité permettait une réalisation aisée et un investissement minime. Selon le procédé, le gaz naturel initial est mis en  
10 contact dans une enceinte de type cyclone avec un liquide riche en composés acides afin d'obtenir d'une part, en tête de l'enceinte cyclonique, une fraction gazeuse appauvrie en composés acides et d'autre part, en fond de l'enceinte cyclonique, une phase liquide contenant la majorité des composés acides et de l'eau. La phase liquide récupérée en fond de l'enceinte cyclonique est réinjectée  
15 dans un puits en voie d'épuisement. La fraction gazeuse obtenue en tête de l'enceinte cyclonique est refroidie à basse température (jusqu'à  $-30^\circ C$ ) puis envoyée dans un ballon de séparation pour obtenir d'une part un gaz épuré en composés acides et d'autre part un condensat riche en composés acides qui est recyclé vers l'enceinte cyclonique.

20

Cependant, le procédé décrit dans le brevet EP 0 665 046 présente des inconvénients :

1°) La présence d'eau dans la fraction gazeuse refroidie à basse température est susceptible d'entraîner dans tout le circuit la formation  
25 d'hydrates solides pouvant à terme obstruer les conduites, voire endommager les éléments constitutifs du dispositif utilisé. C'est pourquoi le procédé décrit par le brevet EP 0 665 046 préconisait l'utilisation d'un anti-hydrate, de préférence le méthanol, pour prévenir la formation d'hydrates lors du refroidissement de la fraction gazeuse issue de l'enceinte cyclonique.

2°) Une quantité non négligeable d'hydrocarbures est entraînée avec la phase liquide récupérée en fond de l'enceinte cyclonique. La perte d'hydrocarbures entraînés avec le liquide en fond de l'enceinte cyclonique peut s'élever à 10% de la quantité de gaz traité.

La présente invention a notamment pour objet de remédier aux inconvénients mentionnés ci-dessus.

Il a été découvert par le demandeur qu'il est possible dans des conditions thermodynamiques appropriées, de concentrer le gaz naturel initial en méthane tout en enlevant la majorité des gaz acides et sensiblement toute l'eau qu'il contient. Par sensiblement toute l'eau, il est entendu que la quantité d'eau présente dans le gaz final est inférieure à 50 ppm molaires, de préférence inférieure à 10 ppm molaires, et de manière encore plus préférée inférieure à 5 ppm molaires. La présente invention propose de remplacer l'enceinte cyclonique de mise en contact par plusieurs zones de mise en contact, chaque zone de mise en contact opérant à des conditions de pression et de températures déterminées.

La présente invention propose également de mettre en œuvre différents moyens de refroidissement de la fraction gazeuse obtenue en tête de l'enceinte cyclonique.

La présente invention propose un procédé de prétraitement d'un gaz naturel sous pression contenant des hydrocarbures, au moins un des composés acides  $H_2S$  et  $CO_2$ , et de l'eau, le procédé comprend les étapes:

a) on refroidit le gaz naturel pour produire une phase liquide et une phase gazeuse,

- b) on met en contact dans une première zone de contact la phase gazeuse obtenue à l'étape a) avec une phase liquide obtenue à l'étape c) pour produire une phase gazeuse et une phase liquide,
- c) on met en contact dans une deuxième zone de contact la phase gazeuse  
5 obtenue à l'étape b) avec une phase liquide obtenue à l'étape d) pour produire une phase gazeuse et une phase liquide,
- d) on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape c) pour produire une phase liquide et une phase gazeuse.

10 A l'étape d) du procédé selon l'invention, on peut refroidir la phase gazeuse obtenue à l'étape c) au moyen d'un échangeur de chaleur et/ou au moyen d'une turbine de détente.

Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape :

- 15 e) on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape d) au moyen d'une turbine de détente pour produire une phase gazeuse et une phase liquide qui est recyclée à l'étape c).

Si le procédé selon l'invention met en œuvre une turbine de détente, il peut  
20 comporter l'étape :

- f) on comprime au moins une des phases gazeuses obtenues à l'étape d) et à l'étape e) en utilisant l'énergie récupérée sur la turbine de détente.

A l'étape d) du procédé selon l'invention, on peut refroidir la phase  
25 gazeuse obtenue à l'étape c) au moyen d'un col de Venturi, ladite phase liquide étant soutirée au niveau du col de Venturi et ladite phase gazeuse étant récupérée à la sortie du tube divergent du col de Venturi. La phase liquide soutirée au niveau du col de Venturi peut être refroidie pour produire le liquide recyclé à l'étape c) et une phase gazeuse.

Les phases gazeuses obtenues à l'étape d) et à l'étape e) peuvent être utilisées pour refroidir la phase gazeuse obtenue à l'étape c) et/ou pour refroidir le gaz naturel à l'étape a).

5

Dans la première zone de contact, on peut chauffer le liquide obtenu à l'étape b).

A l'étape a) du procédé selon l'invention, le gaz naturel peut être à une  
10 pression de 8 MPa et à une température supérieure à 15°C.

Les liquides obtenus à l'étape a) et à l'étape b) peuvent être introduits dans un puits.

15 Selon la présente invention, après traitement du gaz naturel sortant du puits de production, on récupère un gaz final contenant la majorité des hydrocarbures contenus dans le gaz avant traitement. Par la majorité des hydrocarbures il est entendu au moins 90% d'hydrocarbures, de préférence au moins 95% d'hydrocarbures et de manière très préférée au moins 97%  
20 d'hydrocarbures par rapport aux hydrocarbures contenus dans le gaz avant traitement.

La présente invention permet avantageusement d'éviter l'utilisation d'un anti-hydrate, tel que le méthanol, dont le transport, l'utilisation et la régénération sont généralement coûteux, complexes et la manipulation  
25 dangereuse.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description donnée ci-après à titre d'exemples de réalisation, dans le cadre d'applications nullement limitatives en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre un schéma de principe du procédé selon l'invention,
  - la figure 2 représente une variante du procédé selon l'invention utilisant une turbine de détente,
  - la figure 3 représente une variante du procédé selon l'invention utilisant
- 5 un séparateur de type col de Venturi.

Dans l'exemple de réalisation du procédé de l'invention selon la figure 1, un gaz naturel très acide provenant d'un puits de production par un conduit

10 (1) à une pression de 8 MPa et une température de 50°C, saturé en eau (3600 ppm molaire), contenant 32 % molaires d'H<sub>2</sub>S, 11 % molaires de CO<sub>2</sub> et 57 % molaires de méthane (moins de 1 % molaire de C<sub>2</sub>+) est introduit dans un échangeur de chaleur (101) où il est refroidi à 30°C. La température de refroidissement est choisie de manière à être légèrement supérieure à la

15 température de formation d'hydrates à la pression du gaz naturel arrivant par le conduit 1. Le fluide en sortie de l'échangeur (101) est introduit par un conduit (2) dans un séparateur (201), et on soutire par un conduit (3) un effluent liquide contenant essentiellement de l'eau et très peu de composés acides dissous. Cet effluent liquide peut être éventuellement réchauffé dans

20 l'échangeur de chaleur (102). On soutire également du séparateur (201) par un conduit (4) un gaz saturé en eau contenant 1550 ppm molaires d'eau. Le refroidissement dans l'échangeur (101) permet ainsi d'obtenir un gaz présentant une teneur en eau beaucoup plus faible.

25 Le gaz issu du séparateur (201) par le conduit (4) est introduit dans une première zone de mise en contact (202). Cette zone de mise en contact (202) fonctionne à une pression de 7,97 MPa et une température de 17°C environ. Elle peut consister en un ballon muni de garnissages connus de l'homme du métier. Elle reçoit, par un conduit (5), un flux liquide composé d'une majorité



d'H<sub>2</sub>S (environ 70 % molaires) qui est à une température de 5°C environ. Ainsi un mélange est formé par mise en contact du gaz arrivant par le conduit (4) et le liquide arrivant par le conduit (5) dans la zone (202). Cette mise en contact permet simultanément :

- 5           - d'élever la fraction molaire d'H<sub>2</sub>S dans le mélange contenu dans la zone (202) ;
  - de dissoudre les éventuelles particules solides (principalement à base de soufre) du mélange contenu dans la zone (202). Les travaux menés par l'Alberta Sulfur Research Ltd. et présentés dans la publication intitulée
- 10 "Recent Developments in the Mitigation of Sulfur Deposition in Sour Gas Facilities" (P.D. Clark, P. Davis, J. Simion, E. Fitzpatrick and C.S.C. Lau – Laurance Reid Gas Conditioning Conference 1995 Norman Oklahoma) montrent en effet que la solubilité du soufre est sensiblement accrue lorsque le pourcentage molaire du mélange en H<sub>2</sub>S dépasse 40 % ; et
- 15           - d'obtenir un gaz partiellement déshydraté quittant la zone (202) par le conduit (8). En effet, l'eau contenue dans le gaz arrivant par le conduit (4) est absorbée par le liquide arrivant par le conduit (5) car l'eau a une affinité plus forte pour l'H<sub>2</sub>S que pour les hydrocarbures.
- 20           On obtient en fond de zone (202) un liquide formé à plus de 75 % molaires par de l'H<sub>2</sub>S, le reste étant de l'eau, du CO<sub>2</sub> et un peu de méthane entraîné. On peut éventuellement récupérer les hydrates sous forme de dépôt à ce niveau. Ce liquide est évacué par le conduit (6), éventuellement réchauffé dans l'échangeur (103), mélangé à l'effluent liquide récupéré en fond de
- 25 séparateur (201) et évacué par le conduit (7) grâce à une pompe (301) à une pression de 38 MPa pour être réinjecté dans un puits de pétrole épuisé.

La température de la zone (202) est ajustée de façon à être assez élevée pour se prémunir contre la formation d'hydrates. Toutefois, dans le cas où des

hydrates se formeraient, la zone de mise en contact (202) peut être réalisée comme une enceinte de type cyclone de telle façon à éviter tout bouchage ou colmatage par les particules solides. On peut également utiliser un moyen de chauffage (107) de façon à élever la température du mélange dans la zone  
5 (202) au-dessus de la température de formation des hydrates. Ce moyen de chauffage peut consister en un rebouilleur (107) réchauffant le liquide en fond de la zone (202). L'apport de chaleur par le rebouilleur (107) permet également de vaporiser les hydrocarbures présents dans le liquide en fond de la zone (202) et donc de limiter les pertes en hydrocarbures entraînés avec le liquide  
10 évacué par le conduit (6) en fond de la zone (202).

En tête de zone de contact (202), un gaz formé essentiellement d'H<sub>2</sub>S (33% molaires), de CO<sub>2</sub> (12% molaires) et de méthane (54% molaires) et fortement appauvri en eau (200 ppm molaires) est évacué par le conduit (8).  
15

Le gaz issu de la première zone de contact (202) par le conduit (8) est introduit dans une deuxième zone de mise en contact (203). Cette zone de mise en contact (203) fonctionne à une pression de 7,94 MPa et une température de 5°C environ. Elle reçoit un flux liquide composé d'environ 50 % molaires d'H<sub>2</sub>S  
20 par un conduit (9) qui est à une température de -30 °C environ. Cet appoint d'H<sub>2</sub>S liquide, ne contenant pratiquement plus d'eau (40 ppm molaires) permet de retirer la majorité de l'eau présente dans le gaz contenu dans la zone (203) en raison de l'affinité de l'H<sub>2</sub>S liquide déshydraté pour l'eau plus forte que l'affinité des hydrocarbures pour l'eau.

25

En tête de la zone de contact (203) on évacue par le conduit (10) un gaz formé essentiellement d'H<sub>2</sub>S, de CO<sub>2</sub> et de méthane et ne contenant sensiblement plus d'eau (environ 16 ppm molaires).

Le gaz transporté par le conduit (10) traverse différents systèmes de refroidissement pour liquéfier les composés acides. Tout d'abord un échangeur de chaleur gaz-gaz (104). On évacue de l'échangeur (104) par le conduit (11) un fluide à environ -5 °C. Ce fluide est introduit dans un échangeur de chaleur (105), utilisant par exemple un réfrigérant au propane, et en ressort par le conduit (12) à la température de -30 °C.

Le fluide circulant dans la ligne (12) est introduit dans le ballon séparateur (204). Le ballon (204) est à une température de -30 °C et à la pression de 7,88 MPa. On évacue du ballon (204) un gaz partiellement épuré en composés acides par le conduit (13) et un condensat riche en  $\text{H}_2\text{S}$  et  $\text{CO}_2$  par le conduit (14). Le condensat circulant dans le conduit (14) est recyclé grâce à la pompe (302) dans la zone de contact (203) par l'intermédiaire du conduit (9). Le méthane contenu dans le condensat circulant dans le conduit (14) est en grande partie récupéré dans la zone de contact (203).

Le gaz circulant dans le conduit (13) peut être utilisé comme fluide réfrigérant dans l'échangeur (104) puis dans l'échangeur (101).

Finalement, on constate une perte en méthane de 823 kmol/h, soit moins de 7 % molaires de la quantité présente dans la charge arrivant par le conduit (1). Le gaz de charge a été épuré de 4750 kmol/h d' $\text{H}_2\text{S}$ , soit 72 % molaires de la quantité présente dans la charge. Le principal avantage du procédé selon l'invention est de toujours mettre en oeuvre des flux ayant des fractions molaires d'eau et des températures associées qui sont telles que la formation des hydrates est impossible. Ceci est en particulier dû à l'usage du ballon (201) permettant de réduire la quantité d'eau présente dans le gaz et à l'usage des deux zones de contact (202) et (203) permettant d'obtenir un gaz très pauvre en eau pouvant être ensuite refroidi sans risque de formation

d'hydrates. Ainsi le procédé selon l'invention ne nécessite pas de mélanger le gaz naturel avec un composé anti-hydrate.

Sans sortir du cadre de l'invention, il est possible de mettre en œuvre plus de deux zones de contact. On peut disposer entre la zone de contact (202) et (203) une ou plusieurs zones de contact opérant sous des conditions thermodynamiques intermédiaires entre celles des zones (202) et (203).

Le tableau 1 présente, dans l'exemple de réalisation décrit en relation avec la figure 1, le bilan matière obtenu avec le procédé :

Conduite	1	3	4	6	13	14
Température (°C)	50,0	30,0	30,0	17,0	-30,0	-30,0
Pression (MPa)	8,00	7,97	7,97	7,97	7,88	7,88
Débit molaire (kmol/h)						
H <sub>2</sub> O	75,3	42,9	32,3	32,3	0,0*	0,4
N <sub>2</sub>	8,1	0,0*	8,1	0,2	7,9	1,0
CO <sub>2</sub>	2219,4	0,1	2219,3	614,9	1604,3	1715,2
H <sub>2</sub> S	6570,7	0,9	6569,9	4749,6	1820,4	4355,9
Méthane	11839,8	0,0*	11839,8	823,8	11015,6	3235,5
Ethane	96,2	0,0*	96,2	24,3	71,9	65,4
Propane	37,2	0,0*	37,2	22,8	14,4	29,4
Butane	5,0	0,0*	5,0	4,6	0,4	1,8
Pentane	2,3	0,0*	2,3	2,3	0,0*	0,2
Total (kmol/h)	20854,0	44,0	20810,1	6274,9	14534,9	9405,0

\* inférieur à 0,05

Tableau 1

Une autre configuration possible du dispositif décrit à la figure 1 permettant l'application du présent procédé est présentée sur la figure 2. La

modification par rapport à la figure 1 porte sur le moyen de refroidissement servant à réfrigérer le fluide circulant dans le conduit (11).

Sur la figure 2, le flux évacué de l'échangeur (104) par le conduit (11) à la température de -5 °C est envoyé sur un ballon séparateur (205). Ce ballon (205) permet de séparer un effluent liquide riche en composés acides, évacué par le conduit (16) et un gaz, évacué par le conduit (17). Le conduit (17) amène le gaz à une turbine de détente (401) dans laquelle il subit une détente isentropique. Le flux issu de la turbine de détente (401) est à basse température (environ -30°C) et est envoyé par le conduit (18) dans le ballon séparateur (204). On évacue du ballon (204) un gaz partiellement épuré en composés acides par le conduit (19) et un condensat riche en  $H_2S$  et  $CO_2$  par le conduit (14). La séparation du gaz partiellement épuré en composés acides et du condensat riche en  $H_2S$  et  $CO_2$  est favorisée par la faible valeur de pression dans le ballon (204) obtenue suite à la détente du gaz dans la turbine (401). Le condensat circulant dans la ligne (14) est remonté en pression grâce à la pompe (302) et est mélangé au courant liquide issu du ballon (205) par le conduit (16). Ce mélange est recyclé dans la zone de contact (203) grâce à la pompe (303).

Le gaz issu du ballon (204) par le conduit (19) peut être utilisé comme fluide réfrigérant dans l'échangeur (104) puis dans l'échangeur (101). Ce gaz en sortie d'échangeur (101) est dirigé par le conduit (20) au compresseur (402) pour être recomprimé avant d'être exporté par le conduit (21). Le compresseur (402) peut être attelé à la turbine (401) pour utiliser le travail de la détente isentropique comme source d'énergie. Un second compresseur alimenté en énergie par une source externe au procédé de l'invention peut également comprimer le gaz issu du ballon (204) afin de compenser la perte d'énergie.

La figure 3 représente une variante du procédé selon l'invention utilisant un séparateur de type col de Venturi. Le gaz sort du séparateur (501) par le conduit (23). Le séparateur de type col de Venturi est un moyen de refroidissement du gaz ne demandant pas d'apport d'énergie.

5

Grâce au fait que le flux circulant dans le conduit (10) ne contient qu'une faible teneur en eau (environ 16 ppm molaires), on ne forme pas d'hydrates au niveau du séparateur (501) ni au niveau de l'effluent liquide récupéré par le conduit (22). Ainsi le procédé selon l'invention ne nécessite pas  
10 d'utiliser un anti-hydrate de façon continue. L'effluent circulant dans le conduit (22) est refroidi à  $-30^{\circ}\text{C}$  à travers l'échangeur de chaleur (106) pouvant utiliser un fluide réfrigérant au propane. L'effluent refroidi est dirigé vers le ballon (204) par le conduit (24). Le ballon (204) produit un effluent liquide riche en  $\text{H}_2\text{S}$  évacué par le conduit (14) et un gaz évacué par le conduit  
15 (25). Ce gaz circulant dans le conduit (25) est remélangé au gaz circulant dans le conduit (23) pour produire un mélange de gaz circulant dans le conduit (26). Ce mélange de gaz est utilisé comme fluide réfrigérant dans l'échangeur (104) puis dans l'échangeur (101) avant d'être exporté. L'effluent liquide circulant dans le conduit (14) est redirigé grâce à la pompe (302) et le conduit (9) vers la  
20 zone de contact (203).

Le tableau 3 présente, dans l'exemple de réalisation décrit en relation avec la figure 3, le bilan matière obtenu :

25

Conduit	1	11	23	25	26
Température (°C)	50.0	-5.0	19.0	-30.0	15.4
Pression (Mpa)	10.0	9.95	7.5	7.5	7.5
Débit Molaire (kmol/h)					
H2O	75.3	0.4	0.0*	0.0*	0.0*
N2	8.1	8.9	7.1	0.7	7.8
CO2	2219.4	3320.0	1584.5	83.9	1668.4
H2S	6570.7	6176.1	1085.6	96.5	1182.1
Méthane	11839.8	14251.1	10953.5	619.4	11572.9
Ethane	96.2	137.0	79.9	3.4	83.3
Propane	37.2	44.0	12.4	0.8	13.2
Butane	5.0	2.2	0.2	0.0*	0.2
Pentane	2.3	0.3	0.0*	0.0*	0.0*
Total (kmol/h)	20854.0	23940.0	13723.2	804.7	14527.9

\* inférieur à 0,05

Tableau 3

## REVENDICATIONS

- 5        1) Procédé de prétraitement d'un gaz naturel sous pression contenant des hydrocarbures, au moins un des composés acides hydrogène sulfuré et dioxyde de carbone, et de l'eau, dans lequel :
- a) on refroidit le gaz naturel pour produire une phase liquide et une phase gazeuse,
- 10    b) on met en contact dans une première zone de contact la phase gazeuse obtenue à l'étape a) avec une phase liquide obtenue à l'étape c) pour produire une phase gazeuse et une phase liquide,
- c) on met en contact dans une deuxième zone de contact la phase gazeuse obtenue à l'étape b) avec une phase liquide obtenue à l'étape d) pour
- 15    produire une phase gazeuse et une phase liquide,
- d) on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape c) pour produire une phase liquide et une phase gazeuse.
- 2) Procédé selon la revendication 1 dans lequel à l'étape d), on refroidit la
- 20    phase gazeuse obtenue à l'étape c) au moyen d'un échangeur de chaleur.
- 3) Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel à l'étape d), on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape c) au moyen d'une turbine de détente.
- 25
- 4) Procédé selon la revendication 2 dans lequel :
- e) on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape d) au moyen d'une turbine de détente pour produire une phase gazeuse et une phase liquide qui est recyclée à l'étape c).



5) Procédé selon l'une des revendications 3 et 4 dans lequel :

f) on comprime au moins une des phases gazeuses obtenues à l'étape d) et à l'étape e) en utilisant l'énergie récupérée sur la turbine de détente.

5

6) Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel à l'étape d), on refroidit la phase gazeuse obtenue à l'étape c) au moyen d'un col de Venturi, ladite phase liquide étant soutirée au niveau du col de Venturi et ladite phase gazeuse étant récupérée à la sortie du tube divergent du col du  
10 Venturi.

7) Procédé selon la revendication 6 dans lequel à l'étape d), ladite phase liquide soutirée au niveau du col de Venturi est refroidie pour produire le liquide recyclé à l'étape c) et une phase gazeuse.

15

8) Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel :

g) on utilise au moins une des phases gazeuses obtenues à l'étape d) et à l'étape e) pour refroidir la phase gazeuse obtenue à l'étape c).

20

9) Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel :

h) on utilise au moins une des phases gazeuses obtenues à l'étape d) et à l'étape e) pour refroidir le gaz naturel à l'étape a).

10) Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel, dans  
25 ladite première zone de contact, on chauffe le liquide obtenu à l'étape b).

11) Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel, à l'étape a) le gaz naturel est à une pression de 8 MPa et à une température supérieure à 15°C.

12) Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel :

- i) on introduit les liquides obtenus à l'étape a) et à l'étape b) dans un puits.

FIG.1

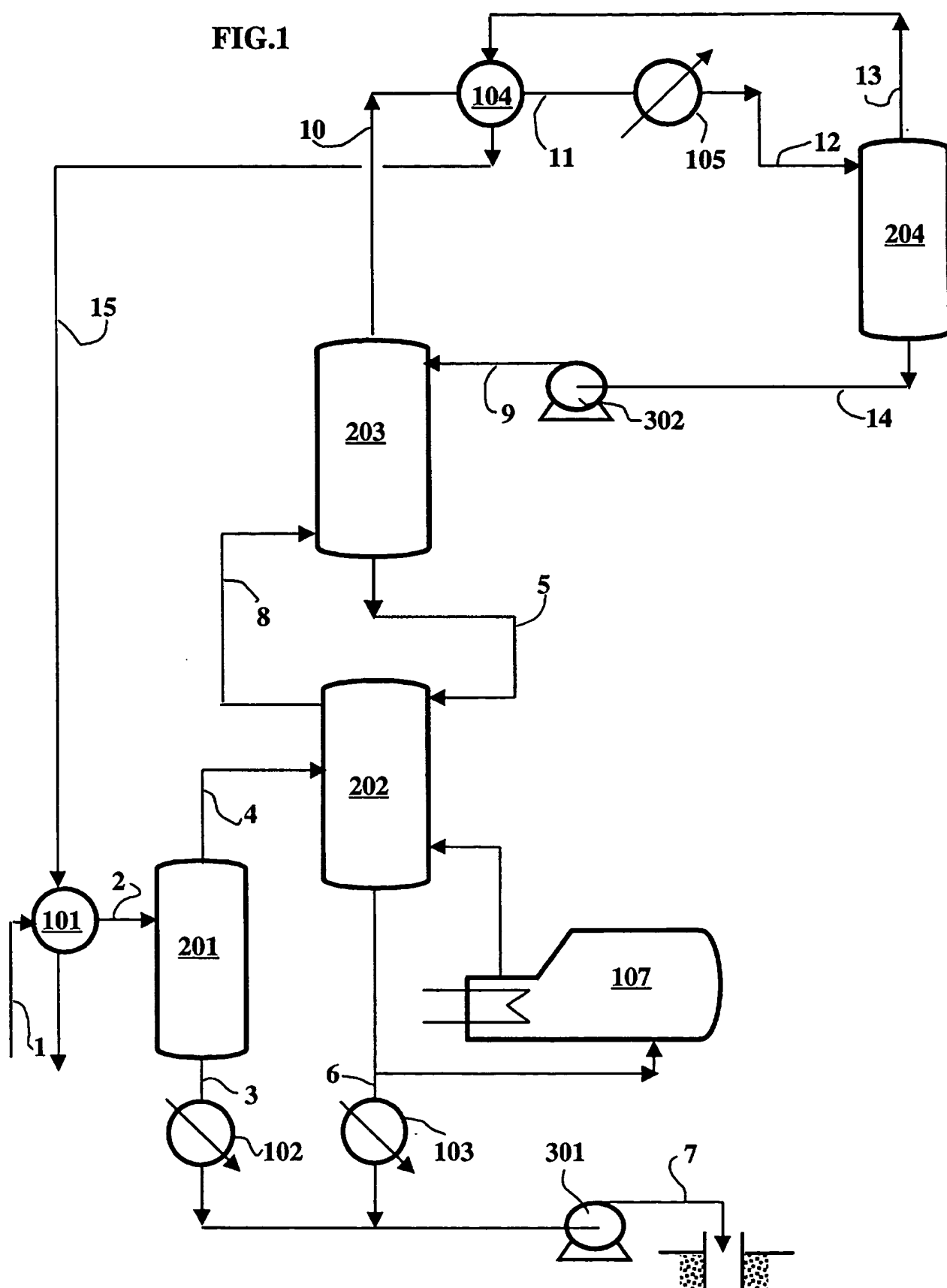


FIG.2

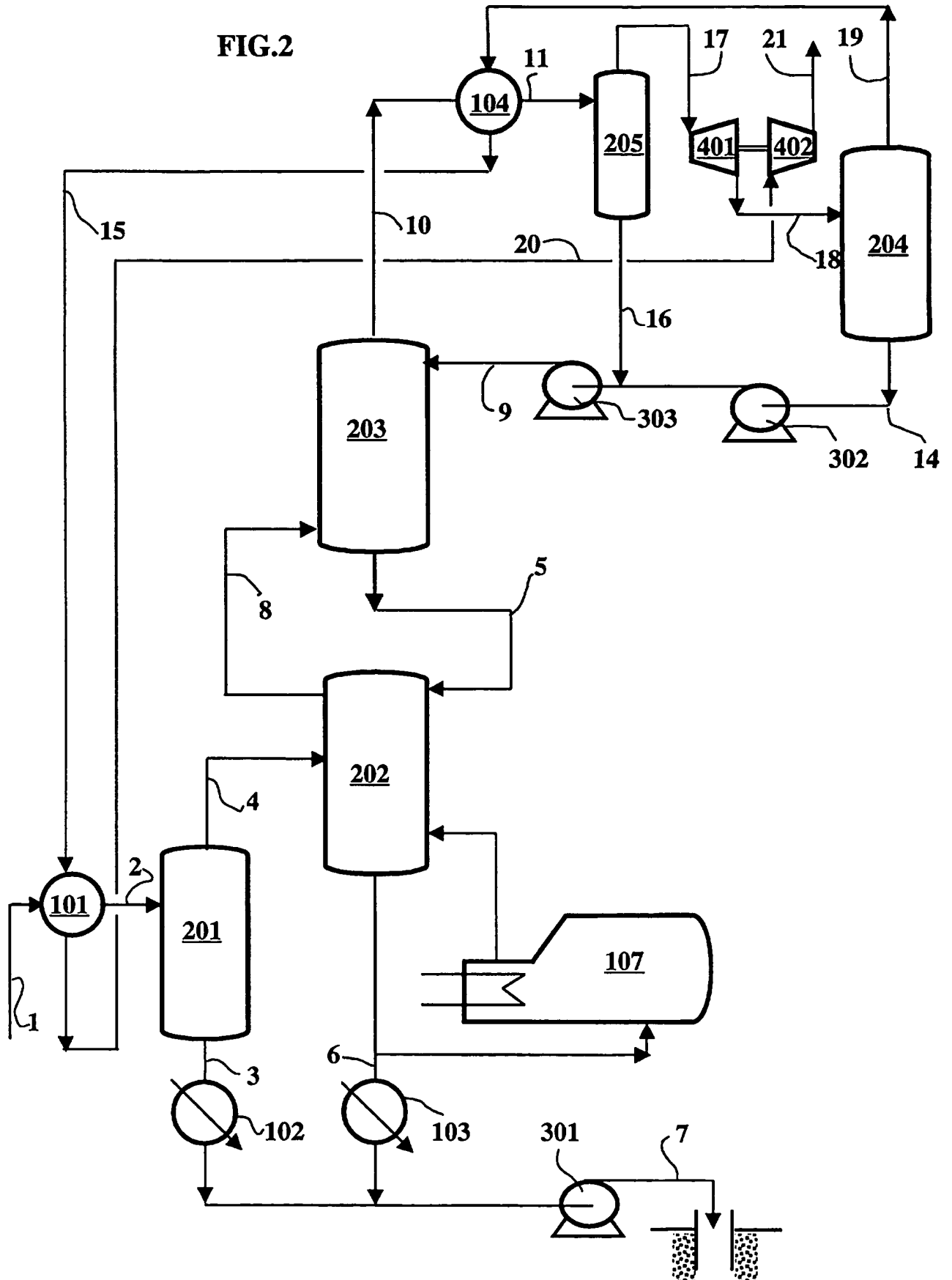
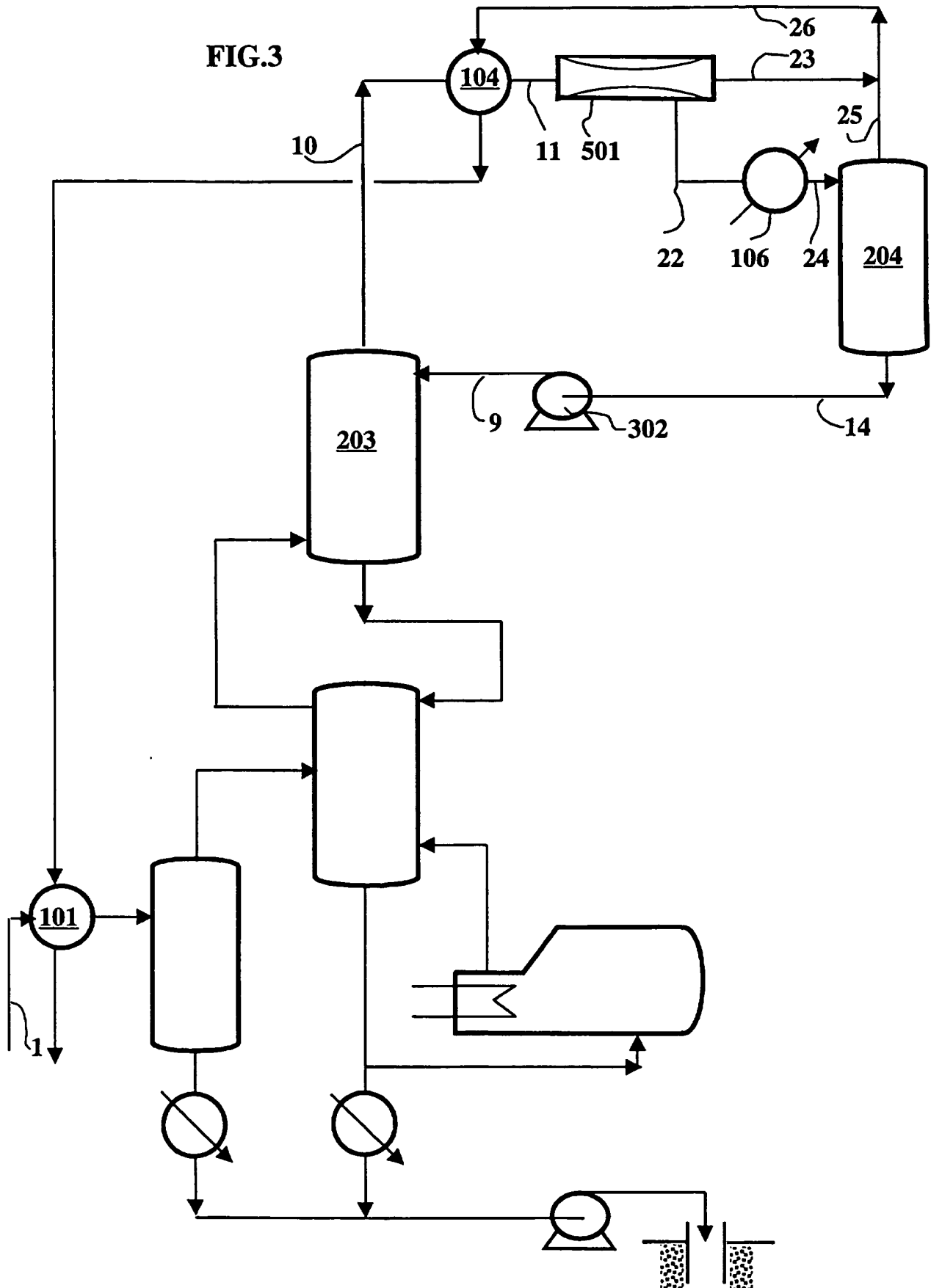


FIG.3





2824492

N° d'enregistrement  
national

# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 605182  
FR 0106224

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 868 004 A (A. ROJEY ET AL.) 9 février 1999 (1999-02-09) * le document en entier *	1	B01D53/75 B01D3/14 B01D53/40 B01D53/26 B01D53/52 B01D53/62
A	DE 198 30 458 C (DSD GAS- UND TANKANLAGENBAU GMBH) 16 mars 2000 (2000-03-16) * revendication 1; figure 1 *	1	
A	US 5 520 249 A (A. MINKKINEN ET AL.) 28 mai 1996 (1996-05-28) * le document en entier *	1	
D	& EP 0 665 046 A 2 août 1995 (1995-08-02)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			C10L B01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 mars 2002		Bertram, H	
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0106224 FA 605182**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 1-03-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5868004 A	09-02-1999	FR 2753720 A1	27-03-1998
		CA 2214968 A1	24-03-1998
		EP 0835921 A1	15-04-1998
		JP 10102075 A	21-04-1998
		NO 974395 A	25-03-1998
DE 19830458 C	16-03-2000	DE 19830458 C1	16-03-2000
US 5520249 A	28-05-1996	FR 2715692 A1	04-08-1995
		CA 2141660 A1	02-08-1995
		DK 665046 T3	08-12-1997
		EP 0665046 A1	02-08-1995
		NO 950347 A	02-08-1995
		DE 69500773 D1	06-11-1997
		DE 69500773 T2	19-02-1998
		ES 2110294 T3	01-02-1998
		RU 2147917 C1	27-04-2000